

*Галочкина К.И.*

*студент магистратуры*

*2 курс, институт КБСП*

*МИРЭА – Российский технологический университет*

*Россия, г. Москва*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЭПИДЕМИЙ**

***Аннотация:** В статье рассматриваются модели распространения информационных эпидемий. Проводится анализ существующих эпидемических алгоритмов распространения информации.*

***Ключевые слова:** информационные сети, социальные сети, распространение информации, социальная эпидемия, клеточные автоматы, диффузия инноваций.*

***Annotation:** The article deals with the models of information epidemics. The analysis of existing epidemic algorithms of information distribution is carried out.*

***Key words:** information networks, social networks, information dissemination, social epidemic, cellular automata, diffusion of innovations.*

Широкий спектр работ в области экономики, а также в других дисциплинах, таких как маркетинг и социальная психология, говорит о том, что друзья, соседи и знакомые играют важную роль в формировании индивидуального поведения. В последние годы компании, правительства и политические партии все чаще пытаются учитывать такие социальные последствия при разработке своих стратегий маркетинга и развития.

Учитывая, что, как правило, эти процессы могут быть представлены в виде игровых моделей, то различное содержание социального взаимодействия, а также различное распределение подключений акторов

социальной сети приведет к различной динамике диффузии инноваций и, следовательно, различной оптимальной стратегии динамики диффузии. Использование социальных сетей в коммерческом маркетинге становится всё более популярным и породило термин «вирусный маркетинг» – маркетинговая стратегия, которая использует преимущества существующих сетей влияния среди потребителей для создания большого спроса на продукт с ограниченным рекламным ресурсом.

### **Краткая характеристика проблемы распространения информационных эпидемий.**

Эпидемические алгоритмы распространения информации – это потенциально эффективное решение для распространения больших объёмов информации в динамических системах. Они легко развертываются, являются стойкими и сбоеустойчивыми. Они позволяют эффективно бороться со случайными процессами и сетевыми сбоями, а также, не нуждаются в перенастройке после сбоя.

Эпидемические алгоритмы (или «сплетни») появились в качестве устойчивого и масштабируемого метода распространения информации в крупных динамических системах. В этих алгоритмах каждый узел передаёт свою локальную информация случайно выбранным пользователям, и данные перемещаются только по средствам попарной коммуникации. Несмотря на всю его, казалось бы, простоту, этот коммуникационный механизм обеспечивает высокую устойчивость сети к случайным процессам и сетевым ошибкам. Распространение информации с использованием эпидемических протоколов является вопросом, который был исследован в огромном количестве приложений, таких как накопление данных, обновление баз данных, открытие ресурса и контроль, маршрутизация в беспроводных сетях, и обработка горячих web-точек.

Многие предыдущие исследования потоков информации в интернете были основаны на аналогии между распространением заболевания и

распространением информации в сети.

Такая аналогия стала возможной благодаря столетиям изучения эпидемиологии.

Классические модели распространения болезни в эпидемиологии основаны на цикле болезни в носителе вируса: человек сначала чувствителен (S) к заболеванию. Если в дальнейшем он, будучи уязвимым к болезни, контактирует с заболевшим, то с некоторой вероятностью он сам становится зараженным (I) (и заразным). Болезнь протекает в носителе, который позже выздоравливает (R) (или умирает, в зависимости, от степени тяжести болезни). Выздоровевший человек приобретает иммунитет к этой болезни на некоторое время, который позже может пропасть. Таким образом, различают SIR-модели болезней – те, в которых выздоровевшие люди больше не восприимчивы к болезням (как в случае с болезнями, против которых имеется пожизненный иммунитет, например, против ветряной оспы) и SIRS-модели, в каких вылечившийся пациент со временем снова станет уязвимым для болезни (например, при гриппе).

В блогосфере SIRS-модель можно интерпретировать следующим образом: блогер, который еще не писал по некоторой теме, заинтересовывается ею, читая блог своего друга. Решая написать об этом, человек становится инфицированным. Тема может заинтересовать также и остальных читателей блога. Позже блогер может вернуться к данной теме с другой точки зрения и писать об этом снова.

### **Распространение инноваций.**

Распространение информации через социальную сеть может рассматриваться как распространение инноваций через сеть (например, URL веб-сайта, который предоставляет новый ценный сервис). В социологии тщательно изучалось распространение инноваций в социальных сетях. Исследовалась роль «сарафанного радио» в распространении инноваций. Суть данной модели состоит в том, что в определенное время некоторые

узлы в сетях принимают инновации, другие нет. В литературе рассматриваются две фундаментальные модели процесса, через который узлы воспринимают новые идеи:

– Пороговые модели.

Каждый узел  $u$  в сети выбирает порог  $t_u[0,1]$ , обычно взятый из некоторого вероятностного распределения. Каждый сосед  $v$  из  $u$  имеет неотрицательный промежуточный весовой коэффициент  $w_{u,v}$ .

– Каскадные модели.

Каждый раз, когда социальный контакт узла  $u$  принимает инновацию, тогда  $u$  принимает инновацию с некоторой вероятностью  $P_{u,v}$  (другими словами, каждый раз, когда человек близкий к человеку  $u$  принимает инновацию, существует вероятность того, что  $u$  решит следовать  $v$  и также её примет.)

В «Независимой каскадной модели» Голденберга, Эйтана и Мюллера дано множество  $N$  узлов, некоторые из которых уже приняли. В начальном состоянии множество непустых узлов «активизируется». С каждым последующим шагом следующее (возможно пустое) множество узлов активизируется. Событие заканчивается, когда перестают происходить новые активизации. Множество узлов связаны ориентированным графом с ребром  $(u,v)$  с вероятностью  $P_{u,v}$ . Когда узел  $u$  активизируется в шаге  $t$ , каждый узел  $v$ , который имеет дугу  $(u,v)$ , активизируется с вероятностью  $P_{u,v}$ . Это влияние не зависит от истории активаций остальных узлов (если  $v$  неактивирован на данном отрезке времени, тогда  $u$  никогда не активизирует  $v$ ).

«Общая каскадная модель» Кемпа, Кляйнберга и Тардоса обобщает независимую каскадную модель и одновременно с этим обобщает пороговые модели, описанные выше.

### **Подход через теорию игр.**

Распространение информации через социальные сети также изучалось с

позиции теории игр, в которой постулируется увеличение выгоды игроков, которые восприняли новую инновацию или узнали новую информацию, если достаточное количество их друзей также восприняли ее. (Например, каждый игрок может выбрать, перейти ли ему с видео на DVD; человек, у которого друзья сделали подобный выбор, может получать выгоду, одалживая фильмы). В блогосфере обсуждение новой интересной темы с другими в близком социальном круге может доставить определенное удовольствие или даже повысить статус человека.

Также были проведены исследования в экономических сообществах по изучению моделей роста социальных сетей, когда агент  $u$  может образовать связь с другим агентом  $v$ , у которого может быть информация, которую  $u$  хочет узнать. Существует цена, определяемая  $u$  для установления такой связи и прибыль за информацию, которую  $u$  получает через эту связь.

#### **Модели на основе клеточных автоматов.**

Клеточный автомат состоит из набора объектов (в данном случае агентов), обычно образующих регулярную решетку. Состояние отдельно взятого агента в каждый дискретный момент времени характеризуется некоторой переменной. Рассматриваемые состояния объекта синхронно изменяются через дискретные интервалы времени в соответствии с неизменными локальными вероятностными правилами, которые могут зависеть от состояния переменных, описывающих ближайших соседних агентов в окрестности данного агента, а также, возможно, от состояния самого агента.

Каждый агент в большой сети относится к одной персональной сети, агенты в которой связаны сильными (стабильными и постоянными) связями. Агент также имеет слабые связи с агентами из других персональных сетей.

Вероятность того, что информированный агент повлияет по сильной связи на не информированного агента (т. е. последний станет информированным), в данный период времени равна  $\beta_s$ , а по слабой –  $\beta_w$  ( $\beta_s >$

$\beta_w$ ). Также неинформированные агенты в данный момент времени с вероятностью  $\alpha$  становятся информированными благодаря рекламе и другим маркетинговым приемам.

Эмпирические данные показывают, что влияние, достигаемое посредством эффекта «из уст в уста», существенно выше, чем влияние внешнего маркетинга, т.е.  $\beta_s > \beta_w > \alpha$ .

Задавались следующие параметры: размер каждой персональной сети, число слабых связей для каждого агента, вероятности  $\beta_s$ ,  $\beta_w$  и  $\alpha$ . В результате были выявлены следующие закономерности:

– хотя вероятность распространения по слабым связям ниже, т.е.

$\beta_s > \beta_w$ , но влияние слабых связей на скорость распространения информации, по крайней мере, такое же, как и сильных связей.

– в начальной фазе большее влияние в информировании агентов имеет реклама, но в дальнейшем ее роль незначительна;

– в следующей фазе информация распространяется в персональных сетях благодаря сильным связям; по мере того, как информированных агентов в таких сетях становится больше, эффект сильных связей ослабляется, и возрастает роль слабых связей в активации новых сетей.

– при увеличении размера персональной сети роль сильных связей увеличивается, а слабых – уменьшается. При увеличении количества слабых связей эффект от сильных связей снижается, а от слабых – увеличивается. При усилении рекламы эффект от сильных связей немного увеличивается, а от слабых – уменьшается.

### **Заключение.**

В работе исследованы особенности распространения информационных эпидемий в социальных сетях. Проведен анализ использования эпидемиологических алгоритмов для достижения стратегических целей установления доминирующего влияния на социум. Дана характеристика проблемы распространения информационных эпидемий.

### **Использованные источники:**

1. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. – М.: Эдиториал УРСС, 2001.
2. Шэннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. М.: Мир, 1978.
3. Kermack W.O. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. / A.G. McKendrick, W.O. Kermack //Proc. Roy. Soc. Lond.A 115.1927. С.700-721.
4. Барановский Станислав, Пузыревская Алла Теория моделирования диффузии инноваций // Наука и инновации. 2018. №188. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-modelirovaniya-diffuzii-innovatsiy> (дата обращения: 07.04.2019).